

# **PENGARUH PEMASANGAN SHEARWALL TERHADAP SIMPANGAN HORIZONTAL PORTAL BAJA GEDUNG BERTINGKAT TINGGI**

*The Influence of Shearwall Installation to Horizontal Displacement  
of High Rise Steel Frame Buildings*

## **SKRIPSI**

Disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret



Disusun Oleh :

**EKO ARISTIYAWAN**

**NIM. I0106058**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2010**

**PENGARUH PEMASANGAN SHEARWALL  
TERHADAP SIMPANGAN HORIZONTAL  
PORTAL BAJA GEDUNG BERTINGKAT TINGGI**

*The Influence of Shearwall Installation to Horizontal Displacement  
of High Rise Steel Frame Buildings*



Disusun Oleh :

**EKO ARISTIYAWAN**

**NIM. I0106058**

**SKRIPSI**

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran Jurusan  
Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta

Persetujuan Dosen Pembimbing

Pembimbing I

**Ir. Munawar H. S.**

**NIP. 19470828 196603 1 001**

Pembimbing II

**Ir. Supardi, M.T.**

**NIP. 19550504 198003 1 003**

**PENGARUH PEMASANGAN SHEARWALL  
TERHADAP SIMPANGAN HORIZONTAL  
PORTAL BAJA GEDUNG BERTINGKAT TINGGI**

*The Influence of Shearwall Installation to Horizontal Displacement  
of High Rise Steel Frame Buildings*

**SKRIPSI**

Disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Disusun Oleh :

**EKO ARISTIYAWAN**

**NIM. I0106058**

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Pendadaran Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta

Hari : Senin  
Tanggal : 12 April 2010

1. **Ir. Munawar H. S.** \_\_\_\_\_  
NIP. 19470828 196603 1 001
2. **Ir. Supardi, M.T.** \_\_\_\_\_  
NIP. 19550504 198003 1 003
3. **Ir. Sunarmasto, M.T.** \_\_\_\_\_  
NIP. 19560717 198703 1 003
4. **Achmad Basuki, S.T, M.T.** \_\_\_\_\_  
NIP. 19710901 199702 1 001

Mengetahui,

a.n. Dekan Fakultas Teknik  
Pembantu Dekan I

**Ir. Noegroho Djarwanti, M.T.**  
**NIP. 19561112 198403 2 007**

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UNS

**Ir. Bambang Santosa, M.T.**  
**NIP. 19590823 198601 1 001**

*MOTTO*

*“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”.*

*(Al-Insyirah: 5)*

*“Allah SWT tidak membebani seseorang melainkan sesuai  
dengan kesanggupannya”*

*(Al-Baqorah: 286)*

*“Semua masalah yang datang hanyalah sebuah proses kehidupan, jalanilah dengan ikhlas dan optimis. Karena kehidupan yang lebih baik adalah hasilnya”.*

*(Eko Aristiyawan)*

*“Tiada kata berhenti untuk terus berusaha menjadi lebih baik, terus berdoa dan berserah diri kepada-Nya”.*

*(Eko Aristiyawan)*

*“Semangat n terus tersenyumlah”*

*(Eko Aristiyawan)*

## *PERSEMBAHAN*

*Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik, dan tidak lupa skripsi ini penulis persembahkan untuk :*

*Abi, Umi, Adik-adikku dan Keluarga besarku tercinta*

*“Terima kasih untuk semua yang telah diberikan untukku, pengorbanan, kasih sayang, nasehat, do’a-do’a dan, dukungan yang tiada henti-hentinya. Semoga Abi, Umi, Adik-adikku dan Keluarga besarku mendapatkan balasan yang lebih baik dari Allah SWT”*

*Semua Teman-temanku yang sudah seperti saudara bagiku*

*Teman-teman Teknik Sipil ‘06*

*“Terima kasih atas bantuan, dukungan dan doanya”*

*Penghuni Dalem Pager Ijo dan Rock ‘n Roll Community*

*“Terima kasih atas segala bantuan, dukungan, do’a dan suasana kekeluargaan yang telah diberikan”*

## **ABSTRAK**

**Aristiyawan, Eko. 2010. Pengaruh Pemasangan Shearwall terhadap Simpangan Horizontal Portal Baja Gedung Bertingkat Tinggi. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.**

Gempa bumi terjadi karena adanya pergeseran lempeng-lempeng bumi yang menimbulkan getaran yang kemudian merambat hingga ke permukaan bumi yang mengakibatkan bergetarnya seluruh benda yang ada di atas permukaan bumi termasuk bangunan gedung. Getaran ini bila dalam frekuensi yang besar dapat merusak struktur bangunan. Besarnya gaya tersebut tergantung dari letak gedung, jenis tanah, dan berat struktur gedung itu sendiri. Suatu gedung yang tidak direncanakan dengan baik untuk menahan gaya tersebut dapat menjadi hancur. Dengan pemasangan shearwall diharapkan dapat menahan gaya lateral akibat gempa tersebut.

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui perubahan simpangan horizontal dan perubahan kapasitas elemen balok-kolom tanpa dan dengan pemasangan shearwall pada kasus struktur baja dalam portal tiga dimensi yang menerima beban gravitasi (beban mati dan beban hidup) dan beban lateral (beban gempa dan beban angin).

Model gedung yang dianalisis berupa gedung berbentuk segi 8 dengan 8 lantai + 1 lantai atap. Ukuran denah 60 m x 60 m. Tinggi antar lantai 4 m. Fungsi gedung digunakan

sebagai pusat perdagangan. Analisis dilakukan dalam model 3 dimensi menggunakan program komputer ETABS v9.0.0.

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa pemasangan shearwall memberikan peningkatan kekakuan struktur. Sebagai akibat bertambahnya kekakuan, diperoleh penurunan simpangan horisontal pada arah x berkisar antara 79,41540% - 87,48125% dan pada arah y berkisar antara 96,76767% - 97,26494%. Selain itu diperoleh kesimpulan lain bahwa pemasangan shearwall tidak mampu menaikkan kapasitas balok-kolom, tetapi mampu mereduksi beban-beban yang ada dengan merubah nilai momen perlu menjadi lebih kecil.

Kata kunci: gempa, kapasitas, kekakuan, shearwall, simpangan.

## **ABSTRACT**

**Aristiyawan, Eko. 2010. The Influence of Shearwall Installation to Horizontal Displacement of High Rise Steel Frame Buildings. Thesis. Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Sebelas Maret University, Surakarta.**



Earthquakes occur because of the shifting plates of the earth which cause vibration which then travels down to the earth's surface causing vibrating of all objects in the earth's surface including buildings. When it's happen with large frequency can damage of structure. The amount of force depends on the location of the building, type of soil, and the weight of the building structure itself. A building that is not well planned to hold the force can be destroyed. By shearwall installation is expected to hold the lateral forces due to earthquake.

This research has a purpose to determine the change of horizontal deviation and the change of the beam-column elements capacity before and after shearwall installation in the case of steel structures in the three portals dimensi which received gravity load (dead load and live load) and lateral loads (earthquake load and wind load ).

Building models are analyzed in terms of 8-shaped building with 8 floors + 1 floor roof. The measures of building plan is 60 m × 60 m. Inter-floor height is 4 m. The function of the building used as a trade center. Analysis carried out in 3-dimensional models using a computer program ETABS v9.0.0.

This research result the conclusion that the shearwall installation provides increased structural stiffness. As a result of increased stiffness, obtained a decrease of horizontal deviation in x direction ranged from 79.41540% to 87.48125% and the y direction ranged from 96.76767% to 97.26494%. Also found another conclusion that the shearwall installation was not able raise beam-column capacity, but able to reduce the existing loads that have to change the value of the moment should be smaller.

Key words: earthquake, capacity, stiffness, shearwall, deviation.

## **BAB 1**

# PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia adalah sebuah negara dengan aktifitas gempa bumi tektonik yang tinggi. Dari segi geologi lokasi Indonesia terletak pada 4 lempeng tektonik utama yaitu lempeng Eurasia, Indo-Australia, Pasifik, dan Filipina. Pertemuan lempeng-lempeng tersebut mengakibatkan mekanisme tektonik dan kondisi geologi Indonesia mengakibatkan seringnya terjadi gempa.

Gempa bumi yang akhir-akhir ini terjadi menyebabkan kerugian jiwa dan harta benda yang sangat besar, misalnya banyaknya bangunan yang mengalami keruntuhan sehingga memakan banyak korban. Hal ini terjadi karena adanya ketidakstabilan struktur. Oleh karena itu, desain struktur harus dibuat secara optimal dan efisien. Hal ini dapat dicapai dengan meningkatkan kualitas baik dari segi bentuk maupun bahan material yang digunakan. Desain struktur baja dalam portal tiga dimensi bertingkat tinggi memerlukan perhatian khusus dalam hal gaya yang timbul akibat elemen struktur portal, diantaranya kapasitas momen dan gaya aksial. Selain hal itu, harus memperhatikan juga simpangan struktur akibat beban lateral.

Kestabilan sistem struktur portal baja tiga dimensi merupakan tujuan utama dari perancangan desain struktur. Hal ini dapat dicapai dengan cara :

- a. Perbesaran dimensi balok dan kolom.
- b. Penambahan pengaku lateral (*bracing*) pada elemen struktur portal.
- c. Pemasangan dinding geser (*shearwall*) pada struktur.

Dinding geser adalah slab yang dipasang dalam posisi vertikal pada sisi gedung tertentu yang berfungsi menambah kekakuan struktur dan menyerap gaya geser yang besar seiring dengan semakin tingginya struktur.

Penggunaan dinding geser diharapkan dapat meningkatkan kestabilan struktur portal baja tiga dimensi. Selain itu fungsi dinding geser dalam suatu struktur bertingkat juga penting untuk menopang lantai pada struktur dan memastikannya tidak runtuh ketika terjadi gempa.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah difokuskan pada bagaimana menganalisis perubahan nilai simpangan horisontal dan perubahan kapasitas elemen balok-kolom tanpa dan dengan pemasangan dinding geser pada kasus struktur baja dalam portal tiga dimensi.

## **1.3. Batasan Masalah**

Batasan Masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Struktur gedung yang dibahas adalah struktur gedung tingkat tinggi segi 8 dengan 8 lantai + 1 lantai atap tanpa dan dengan pemasangan dinding geser.
- b. Struktur gedung yang dibahas difungsikan sebagai pusat perdagangan.
- c. Struktur gedung yang dibahas ditetapkan sebagai struktur gedung beraturan.
- d. Sistem struktur gedung yang dibahas ditetapkan sebagai Sistem Struktur Penahan Momen Biasa (SRPMB).
- e. Penelitian tidak membahas mengenai kapasitas struktur dinding geser.
- f. Analisis dimensi profil baja berdasarkan pada AISC-LRFD (*American Institute of Steel Construction-Load & Resistance Factor Design*) dan SNI 03-1729-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.
- g. Struktur bangunan dianalisis terhadap gaya gempa di Zona 4 berdasarkan SNI 03-1726-2002 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung pada tanah keras.
- h. Analisis struktur ditinjau dalam 3 dimensi menggunakan bantuan software ETABS v9.0.0

## **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan nilai simpangan horisontal dan perubahan kapasitas elemen balok-kolom tanpa dan dengan pemasangan dinding geser pada kasus struktur baja dalam portal tiga dimensi.

## **1.5. Manfaat Penelitian**

### **1.5.1. Manfaat Teoritis**

Pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil khususnya dalam desain struktur baja portal 3 dimensi dengan penambahan dinding geser dalam pengaruhnya terhadap simpangan horisontal dan kapasitas balok-kolom.

### **1.5.2. Manfaat Praktis**

- a. Memberikan pemahaman terhadap analisis struktur baja dalam portal tiga dimensi bertingkat tinggi dengan penambahan dinding geser.
- b. Memberikan pemahaman terhadap perhitungan pembebanan vertikal (beban mati dan beban hidup) dan pembebanan lateral (beban angin dan beban gempa) khususnya dalam desain struktur baja portal 3 dimensi.
- c. Memberikan pemahaman terhadap penggunaan software ETABS v9.0.0 khususnya dalam desain struktur baja portal 3 dimensi.
- d. Memberikan informasi tentang bagaimana perubahan nilai simpangan horisontal tanpa dan dengan pemasangan dinding geser.
- e. Memberikan informasi tentang bagaimana perubahan kapasitas balok-kolom pada struktur tanpa dan dengan pemasangan dinding geser.
- f. Memberikan alternatif dalam hal penyediaan kestabilan sistem dari sebuah struktur baja.

## **BAB 2**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Secara umum, gempa bumi merupakan getaran permukaan tanah yang dapat disebabkan oleh :

- a. Keruntuhan tanah.
- b. Tumbukan antara meteor dan permukaan bumi.
- c. Peristiwa gunung api meletus.
- d. Peristiwa tektonik, yaitu gerakan lempeng atau kerak bumi.

Menurut Daniel L. Schodek (1999), gempa bumi terjadi karena fenomena getaran dengan kejutan pada kerak bumi. Faktor utama adalah benturan pergesekan kerak bumi yang mempengaruhi permukaan bumi. Gempa bumi ini menjalar dalam bentuk gelombang. Gelombang ini mempunyai suatu energi yang dapat menyebabkan permukaan bumi dan bangunan di atasnya menjadi bergetar. Getaran ini nantinya akan menimbulkan gaya-gaya pada struktur karena struktur cenderung mempunyai gaya untuk mempertahankan dirinya dari gerakan.

Beban gempa yang akan ditanggung oleh struktur atau elemen struktur tidak selalu diramalkan dengan tepat sebelumnya, maka seorang perencana dituntut untuk dapat lebih memahami tentang perancangan struktur tahan gempa sehingga tidak hanya sekedar mengikuti begitu saja dalam mendesain gedung tetapi harus sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung.

Tujuan dari adanya Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung ialah agar struktur gedung yang ketahanan gempanya direncanakan dapat berfungsi :

- a. Menghindari terjadinya korban jiwa manusia oleh runtuhnya gedung akibat gempa yang kuat.
- b. Membatasi kerusakan gedung akibat gempa ringan sampai sedang, sehingga masih dapat diperbaiki.
- c. Membatasi ketidaknyamanan penghunian bagi penghuni gedung ketika terjadi gempa ringan sampai sedang.
- d. Mempertahankan setiap saat layanan vital dari fungsi gedung.

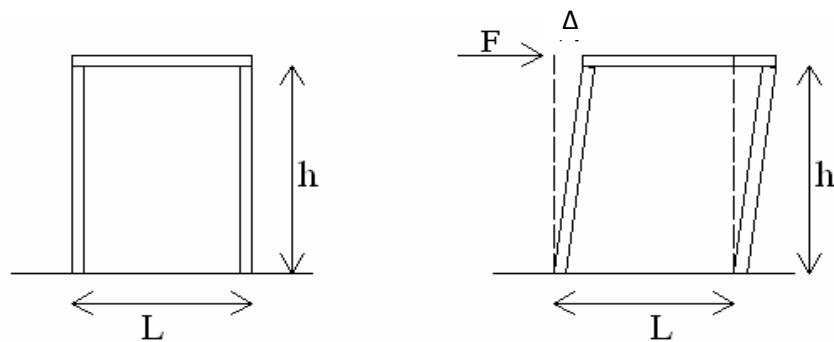
(SNI 03-1726 2002)

Dalam merancang suatu struktur bangunan harus diperhatikan kekakuan, kestabilan struktur dalam menahan segala pembebanan yang dikenakan padanya, serta bagaimana perilaku struktur untuk menahan beban tersebut.

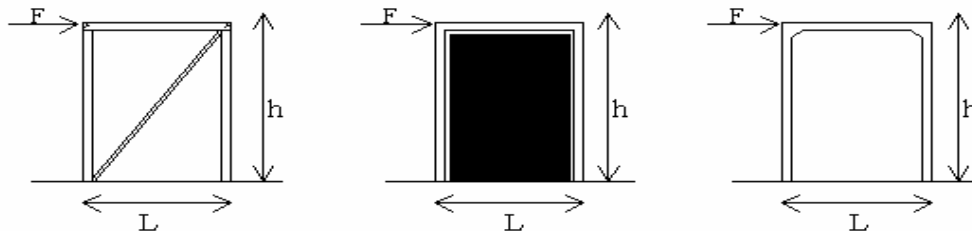
Menurut Jack C. Mc. Cormak (1995), hal yang perlu diperhatikan dalam suatu struktur adalah kekuatan bangunan yang memadai untuk memberikan kenyamanan bagi penghuninya terutama yang di lantai atas. Semakin tinggi gedung defleksi lateral yang terjadi juga semakin besar pada lantai atas.

Daniel L. Schodek (1999) menyatakan bahwa pada struktur stabil apabila dikenakan beban, struktur tersebut akan mengalami perubahan bentuk (*deformasi*) yang lebih kecil dibandingkan struktur yang tidak stabil. Hal ini disebabkan karena pada struktur yang stabil memiliki kekuatan dan kestabilan dalam menahan beban.

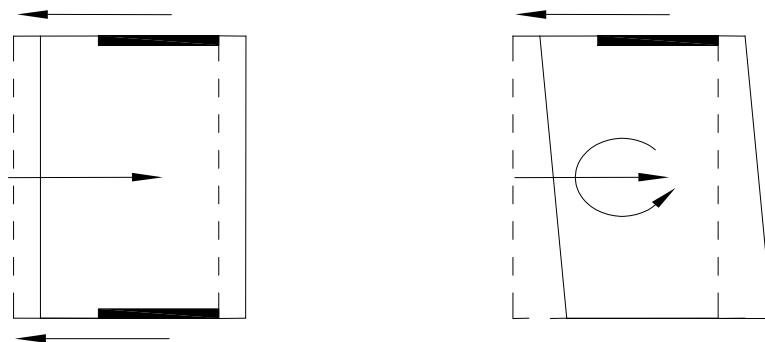
Stabilitas merupakan hal sulit di dalam perencanaan struktur yang merupakan gabungan dari elemen-elemen. Untuk memperjelas mengenai stabilitas struktur akan diilustrasikan dalam Gambar 2.1.



(a) Susunan kolom dan balok      (b) Ketidakstabilan terhadap beban horisontal



(c) Tiga metode dasar untuk menjamin kestabilan struktur sederhana meliputi : penopang diagonal, bidang geser dan titik hubung kaku.



- (d) Setiap metode yang dipakai untuk menjamin kestabilan pada struktur harus dipasang secara simetris. Apabila tidak, dapat terjadi efek torsional pada struktur.

Gambar 2.1. Kestabilan Struktur Portal.

Pada Gambar 2.1(a) struktur stabil karena struktur belum mendapatkan gaya dari luar, apabila suatu struktur dikenakan gaya horisontal maka akan terjadi *deformasi* seperti yang terlihat pada Gambar 2.1(b). Hal ini disebabkan karena struktur tidak mempunyai kapasitas yang cukup untuk menahan gaya horisontal dan struktur tidak mempunyai kemampuan untuk mengembalikan bentuk struktur ke bentuk semula apabila beban horisontal dihilangkan sehingga akan terjadi simpangan horisontal yang berlebihan yang dapat menyebabkan keruntuhan.

Menurut Daniel L. Schodek (1999), terdapat beberapa cara untuk menjamin kestabilan struktur seperti pada Gambar 2.1(c). Cara pertama dengan menambahkan elemen struktur diagonal pada struktur, sehingga struktur tidak mengalami *deformasi* menjadi jajaran genjang seperti pada Gambar 2.1(b). Hal ini disebabkan karena dengan menambahkan elemen struktur diagonal gaya-gaya yang dikenakan pada struktur akan disebarkan keseluruh bagian termasuk ke elemen diagonal, gaya-gaya yang diterima masing-masing struktur akan berkurang sehingga simpangan yang dihasilkan lebih kecil. Cara kedua adalah dengan menggunakan dinding geser. Elemennya merupakan elemen permukaan bidang kaku, yang tentunya dapat menahan *deformasi* akibat beban horisontal dan simpangan horisontal yang akan dihasilkan akan lebih kecil. Cara ketiga adalah dengan mengubah hubungan antara elemen struktur sedemikian rupa sehingga perubahan sudut untuk suatu kondisi pembebanan tertentu. Hal ini dengan membuat titik hubung kaku diantara elemen struktur sebagai contoh meja adalah struktur stabil karena adanya titik hubung kaku di antara setiap kaki meja dengan permukaan meja yang menjamin hubungan sudut konstan di antara elemen tersebut, sehingga struktur menjadi lebih kaku. Dalam menentukan letak bresing maupun dinding geser hendaknya simetris. Hal ini untuk menghindari efek torsional.

## 2.2. Elemen Struktur Dinding Geser



Dalam perencanaan struktur tahan gempa, tiap elemen struktur didesain dengan berbagai ketentuan tertentu. Sama halnya terhadap dinding struktural yang merupakan sistem struktur atau bagian dari sistem yang memikul beban gempa seperti dinding geser. Dinding geser dari beton bertulang adalah elemen struktur vertikal yang biasa digunakan pada gedung bertingkat tinggi yang berfungsi untuk menahan gaya lateral dari beban gempa dan angin. Struktur bangunan dengan dinding geser merupakan salah satu konsep solusi masalah gempa dalam bidang Teknik Sipil yaitu sebagai substruktur yang menahan gaya geser akibat gempa.

Dinding geser sebagai elemen penahan gaya lateral memiliki keuntungan utama karena menyediakan kontinuitas vertikal pada sistem lateral struktur gedung. Struktur gedung dengan dinding geser sebagai elemen penahan gaya lateral juga memiliki performa yang cukup baik.

Hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dinding geser sebagai penahan gaya geser yang besar akibat gempa yaitu bahwa dinding geser tidak boleh runtuh akibat gaya geser, sehingga apabila dinding geser runtuh akibat gaya geser itu sendiri maka otomatis keseluruhan struktur akan runtuh karena sudah tidak ada lagi yang menahan gaya geser tersebut.

## **2.3. Analisis Gaya**

### **2.3.1. Gaya Akibat Beban Gravitasi**

#### **a. Beban Mati**

Beban mati merupakan beban yang berasal dari berat sendiri yang bersifat tetap, termasuk dinding dan sekat pemisah, kolom, balok, lantai, atap, penyelesaian, mesin dan peralatan yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung, yang nilai seluruhnya adalah sedemikian rupa sehingga probabilitas untuk dilampauinya dalam kurun waktu tertentu terbatas pada suatu persentase tertentu. Pada umumnya probabilitas beban tersebut untuk dilampaui adalah dalam kurun waktu umur

gedung 50 tahun dan ditetapkan sebesar 10%. Namun demikian, beban mati rencana yang biasa ditetapkan dalam standar-standar pembebanan struktur gedung dapat dianggap sebagai beban mati nominal. ( SNI 03-1726-2002 )

b. **Beban Hidup**

Beban hidup nominal yang bekerja pada struktur gedung merupakan beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung tersebut, baik akibat beban yang berasal dari orang maupun dari barang yang berpindah atau mesin dan peralatan serta komponen yang tidak merupakan bagian yang tetap dari gedung, yang nilai seluruhnya adalah sedemikian rupa sehingga probabilitas beban tersebut untuk dilampaui adalah dalam kurun waktu umur gedung 50 tahun dan ditetapkan sebesar 10%. Namun demikian, beban hidup rencana yang biasa ditetapkan dalam standar pembebanan struktur gedung dapat dianggap sebagai beban hidup nominal. ( SNI 03-1726-2002 )

### **2.3.2. Gaya Akibat Beban Lateral**

a. **Beban Angin**

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh terjadinya selisih tekanan udara.

Daniel L.Schodek (1999) menjelaskan, struktur yang berada pada lintasan angin akan menyebabkan angin berbelok atau dapat berhenti. Hal ini mengakibatkan energi kinetik angin berubah bentuk menjadi energi potensial berupa tekanan atau hisapan pada struktur. Besar tekanan atau hisapan yang diakibatkan oleh angin bergantung pada banyak faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah kecepatan angin.

b. **Beban Gempa**

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Beban gempa nominal, yang nilainya ditentukan oleh 3 hal, yaitu oleh besarnya probabilitas beban itu dilampaui dalam kurun waktu tertentu, oleh tingkat daktilitas struktur yang mengalaminya dan oleh kekuatan lebih yang terkandung di dalam struktur tersebut. Menurut standar ini, peluang dilampauinya beban tersebut dalam

kurun waktu umur gedung 50 tahun adalah 10% dan gempa yang menyebabkannya disebut gempa rencana (dengan periode ulang 500 tahun), tingkat daktilitas struktur gedung dapat ditetapkan sesuai kebutuhan sedangkan faktor kuat lebih  $f_1$  untuk struktur gedung umum nilainya adalah 1,6. Dengan demikian, beban gempa nominal adalah beban akibat pengaruh gempa rencana yang menyebabkan terjadinya pelelehan pertama di dalam struktur gedung, kemudian direduksi dengan faktor kuat lebih  $f_1$ , (SNI 03-1726-2002)

## 2.4. Penentuan Beban Angin

Penentuan beban angin dengan menganggap adanya tekanan (desak atau isap) yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. Besarnya beban angin ditentukan berdasarkan SNI 03-1727-1989 sebagai berikut :

- Tekanan tiup harus diambil minimum 25 kg/m<sup>2</sup>, kecuali yang ditentukan dalam ayat-ayat (b), (c), dan (d).
- Tekanan tiup di laut dan di tepi laut sampai sejauh 5 km dari pantai harus diambil 40 kg/m<sup>2</sup>, kecuali yang ditentukan dalam ayat (c) dan (d).
- Untuk daerah-daerah di dekat laut dan daerah-daerah lain tertentu yang memiliki kecepatan-kecepatan angin yang mungkin menghasilkan tekanan tiup yang lebih besar dari pada yang ditentukan dalam ayat (a) dan (b), tekanan tiup harus dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{V^2}{16} \quad (2.1)$$

dengan P dalam kg/m<sup>2</sup> dan V adalah kecepatan angin dalam m/det, yang harus ditentukan oleh instansi yang berwenang.

- Pada cerobong, tekanan tiup dalam kg/m<sup>2</sup> harus ditentukan dengan rumus  $(42.5 + 0,6h)$ , dimana h adalah tinggi cerobong seluruhnya dalam meter, diukur dari lapangan yang berbatasan.
- Apabila dapat di jamin suatu gedung terlindung efektif terhadap angin dari suatu jurusan tertentu oleh gedung-gedung lain, hutan-hutan pelindung atau

penghalang-penghalang lain, maka tekanan tiup dari jurusan itu dapat dikalikan dengan koefisien reduksi sebesar 0,5.

## **2.5. Perancangan Ketahanan Gempa**

Perencanaan ketahanan gempa mengacu pada SNI 03-1726-2002 Mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung.

### **2.5.1. Gempa Rencana dan Kategori Gedung**

Gempa rencana yang ditetapkan mempunyai perioda ulang 500 tahun, agar probabilitas terjadinya terbatas pada 10 % selama umur gedung 50 tahun.

Untuk berbagai kategori gedung, bergantung pada probabilitas terjadinya keruntuhan struktur gedung selama umur gedung dan umur gedung tersebut yang diharapkan, pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu Faktor Keutamaan  $I$  menurut Persamaan 2.2.

$$I = I_1 \cdot I_2 \quad (2.2)$$

Dengan :

$I_1$  = faktor keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung.

$I_2$  = faktor keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian umur gedung tersebut.

Faktor-faktor Keutamaan  $I_1$ ,  $I_2$  dan  $I$  ditetapkan menurut Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Faktor keutamaan (I) untuk berbagai kategori gedung dan bangunan.

Kategori Gedung	Faktor Keutamaan		
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I
Gedung umum seperti untuk penghunian, perniagaan dan perkantoran	1,0	1,0	1,0
Monumen dan bangunan monumental	1,0	1,6	1,6
Gedung penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamatan dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televisi.	1,4	1,0	1,4
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam, bahan beracun.	1,6	1,0	1,6
Cerobong, tangki di atas menara.	1,5	1,0	1,5

Catatan :

Untuk semua struktur bangunan gedung yang izin penggunaannya diterbitkan sebelum berlakunya Standar ini maka Faktor Keutamaan, I, dapat dikalikan 80%.

*Sumber: Tabel 1 SNI 03-1726-2002*

### 2.5.2. Struktur Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan

Struktur gedung ditetapkan sebagai struktur gedung beraturan, apabila memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- Tinggi struktur gedung diukur dari taraf penjepitan lateral tidak lebih dari 10 tingkat atau 40 m.
- Denah struktur gedung adalah persegi panjang tanpa tonjolan dan walaupun mempunyai tonjolan, panjang tonjolan tersebut tidak lebih dari 25% dari ukuran terbesar denah struktur gedung dalam arah tonjolan tersebut.
- Denah struktur gedung tidak menunjukkan coakan sudut dan walaupun mempunyai coakan sudut, panjang sisi coakan tersebut tidak lebih dari 15% dari ukuran terbesar denah struktur gedung dalam arah sisi coakan tersebut.

- d. Sistem struktur gedung terbentuk oleh subsistem-subsistem penahan beban lateral yang arahnya saling tegak lurus dan sejajar dengan sumbu-sumbu utama ortogonal denah struktur gedung secara keseluruhan.
- e. Sistem struktur gedung tidak menunjukkan loncatan bidang muka dan walaupun mempunyai loncatan bidang muka, ukuran dari denah struktur bagian gedung yang menjulang dalam masing-masing arah, tidak kurang dari 75% ukuran terbesar denah struktur bagian gedung sebelah bawahnya. Dalam hal ini, struktur rumah atap yang tingginya tidak lebih dari 2 tingkat tidak perlu dianggap menyebabkan adanya loncatan bidang muka.
- f. Sistem struktur gedung memiliki kekakuan lateral yang beraturan, tanpa adanya tingkat lunak. Yang dimaksud dengan tingkat lunak adalah suatu tingkat, dengan kekakuan lateralnya adalah kurang dari 70% kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 80% kekakuan lateral rata-rata 3 tingkat di atasnya. Dalam hal ini, yang dimaksud dengan kekakuan lateral suatu tingkat adalah gaya geser yang bila bekerja di tingkat itu menyebabkan satu satuan simpangan antar-tingkat.
- g. Sistem struktur gedung memiliki berat lantai tingkat yang beraturan, artinya setiap lantai tingkat memiliki berat yang tidak lebih dari 150% berat lantai tingkat di atasnya atau di bawahnya. Berat atap atau rumah atap tidak perlu memenuhi ketentuan ini.
- h. Sistem struktur gedung memiliki unsur-unsur vertikal dari sistem penahan beban lateral yang menerus, tanpa perpindahan titik beratnya, kecuali bila perpindahan tersebut tidak lebih dari setengah ukuran unsur dalam arah perpindahan tersebut.
- i. Sistem struktur gedung memiliki lantai tingkat yang menerus, tanpa lubang atau bukaan yang luasnya lebih dari 50% luas seluruh lantai tingkat. Walaupun ada lantai tingkat dengan lubang atau bukaan seperti itu, jumlahnya tidak boleh lebih dari 20% jumlah lantai tingkat seluruhnya.

Untuk struktur gedung beraturan, pengaruh gempa rencana dapat ditinjau sebagai pengaruh beban gempa statik ekuivalen, sehingga menurut standar ini analisisnya dapat dilakukan berdasarkan analisis statik ekuivalen.

Struktur gedung yang tidak memenuhi ketentuan tersebut diatas ditetapkan sebagai struktur gedung tidak beraturan. Untuk struktur gedung tidak beraturan, pengaruh gempa rencana harus ditinjau sebagai pengaruh pembebanan gempa dinamik, sehingga analisisnya harus dilakukan berdasarkan analisis respons dinamik.

### 2.5.3. Faktor Reduksi Maksimum ( $R_m$ )

Faktor reduksi ( $R_m$ ) digunakan untuk menentukan sistem struktur untuk mengakomodasi beban gempa. Penentuan sistem struktur didasarkan pada hasil-hasil pengujian kualifikasi yang menunjukkan rotasi inelastis. Hasil-hasil pengujian kualifikasi didapat terhadap sekurang-kurangnya dari dua pengujian siklik dan diijinkan berdasarkan salah satu dari dua berikut ini :

- a. Laporan penelitian atau laporan pengujian yang serupa dengan yang sedang direncanakan untuk suatu proyek.
- b. Pengujian yang dilakukan khusus untuk suatu proyek dan cukup mewakili ukuran-ukuran komponen struktur, kekuatan bahan, konfigurasi sambungan, dan urutan-urutan pelaksanaan pada proyek yang sedang direncanakan.

Faktor reduksi maksimum diatur pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002) dan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Klasifikasi sistem struktur, sistem pemikul beban gempa, faktor modifikasi respons,  $R_m$ , dan faktor kuat cadang struktur,  $\Omega_0$

Sistem Struktur	Deskripsi Sistem Pemikul Beban Gempa	$R_m$	$\Omega_0$
Sistem Rangka Pemikul Momen [Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur.]	1. Sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK)	8,5	2,8
	2. Sistem rangka pemikul momen terbatas (SRPMT)	6,0	2,8
	3. Sistem rangka pemikul momen biasa (SRPMB)	4,5	2,8
	4. Sistem rangka batang pemikul momen khusus (SRBPMK)	6,5	2,8

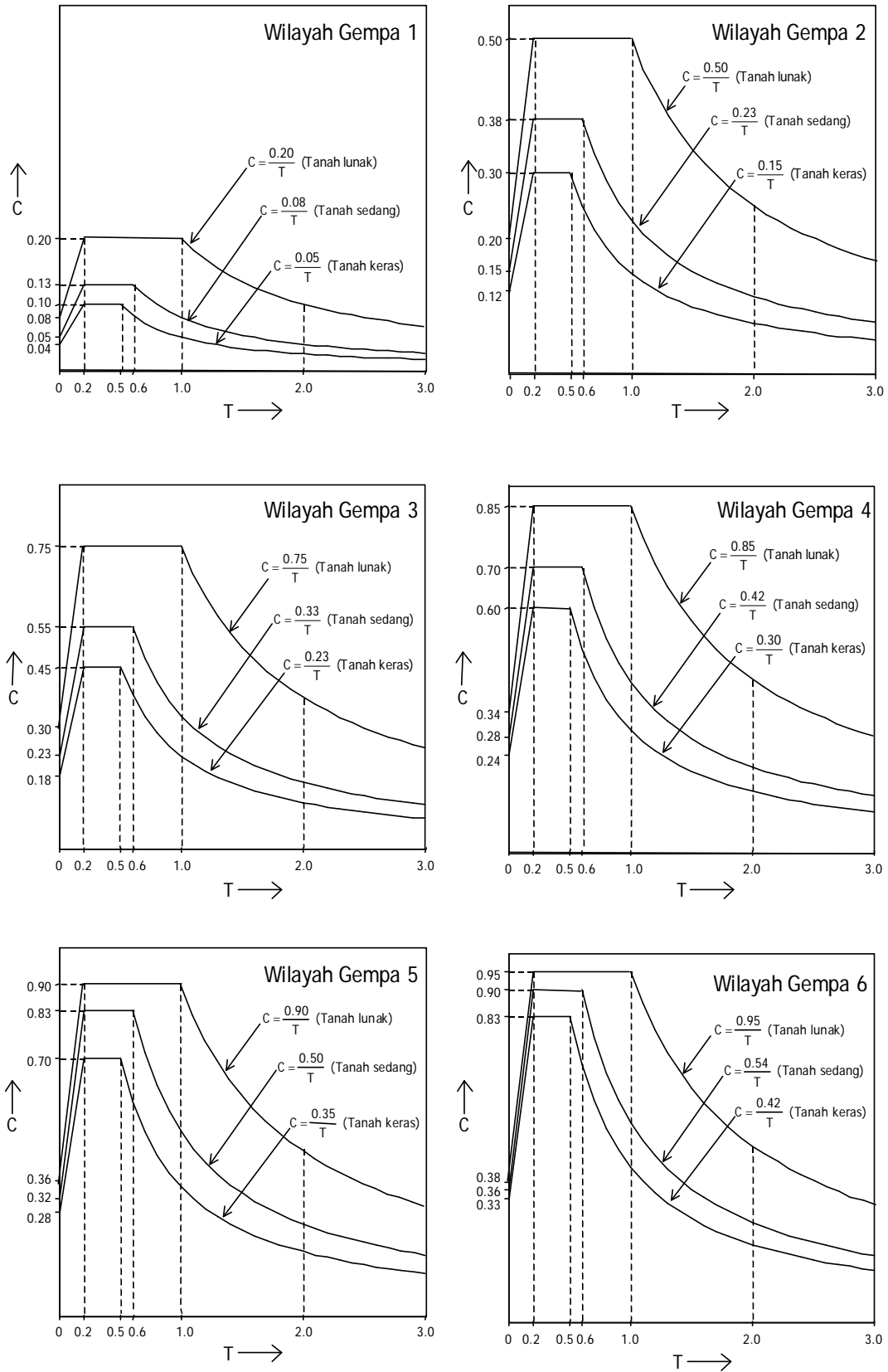
*Sumber: Tabel 15.2-ISNI 03-1729-2002*

#### **2.5.4. Wilayah Gempa dan Spektrum Respons**

Indonesia ditetapkan terbagi dalam 6 Wilayah Gempa, dimana wilayah gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan Wilayah Gempa 6 dengan kegempaan paling tinggi. Pembagian Wilayah Gempa ini, didasarkan atas percepatan puncak batuan dasar akibat pengaruh Gempa Rencana dengan periode ulang 500 tahun.

Getaran permukaan tanah saat terlanda gempa berbeda-beda dari satu tempat dengan tempat yang lain disebabkan dipengaruhi oleh : besar gempa, jarak dari sumber gempa, jenis tanah, keadaan topografi dan lain-lain. Perbedaan getaran permukaan tanah mengakibatkan respons spektrumnya berbeda-beda. Nilai respons gempa rencana dihitung dengan menggunakan Gambar 2.2.





Gambar 2.2. Respons spektrum gempa rencana.

### 2.5.5. Waktu Getar Alami Fundamental

Untuk keperluan analisis pendahuluan, waktu getar alami ( $T$ ) dari struktur bangunan gedung (dalam detik) dapat ditentukan dengan rumus pendekatan atau rumus empiris sebagai berikut :

- a. Untuk struktur-struktur gedung berupa portal-portal tanpa unsur pengaku yang dapat membatasi simpangan :

$$T = 0.085 \cdot H^{0.75} \quad \text{untuk portal baja.} \quad (2.3)$$

$$T = 0.060 \cdot H^{0.75} \quad \text{untuk portal beton.} \quad (2.4)$$

- b. Untuk struktur gedung yang lain :

$$T = 0.090 \cdot H \cdot B^{(-0.5)} \quad (2.5)$$

dengan :  $T$  = waktu getar gedung pada arah yang ditinjau, detik.

$B$  = panjang gedung pada arah gempa yang ditinjau, meter.

$H$  = tinggi puncak bagian utama struktur, meter.

Setelah didapatkan gaya gempa dengan menggunakan  $T$  empiris,  $T$  sebenarnya dari struktur gedung beraturan dalam arah masing-masing sumbu utama dapat dihitung ulang dengan menggunakan Rumus Rayleigh sebagai berikut :

$$T = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i d_i}} \quad (2.6)$$

dimana :

$W_i$  = Bagian dari seluruh beban vertikal yang disumbangkan oleh beban-beban vertikal yang bekerja pada lantai tingkat ke  $i$  (dalam kg) pada peninjauan gempa.

$F_i$  = Beban gempa horisontal pada arah yang ditinjau yang bekerja pada lantai tingkat ke  $i$  (dalam kg).

$d_i$  = Simpangan horisontal pusat berat pada lantai tingkat ke  $i$  (dalam mm)

akibat beban gempa.

$n$  = Jumlah lantai tingkat pada struktur bangunan gedung.

$g$  = Percepatan gravitasi yang ditetapkan sebesar  $9810 \text{ mm/det}^2$ .

Waktu getar alami fundamental dari struktur bangunan gedung ditentukan dengan rumus-rumus empirik atau didapat dari hasil analisis vibrasi bebas 3 dimensi, nilainya tidak boleh menyimpang lebih dari 20% dari nilai waktu getar struktur yang dihitung dengan Rumus Rayleigh.

#### 2.5.6. Pembatasan Waktu Getar Alami Fundamental

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental  $T_1$  dari struktur gedung harus dibatasi, bergantung pada koefisien  $\zeta$  untuk Wilayah Gempa tempat struktur gedung berada dan jumlah tingkatnya, menurut Persamaan 2.7.

$$T_1 < \zeta n \quad (2.7)$$

dengan koefisien  $\zeta$  ditetapkan menurut Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Koefisien  $\zeta$  yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur.

Wilayah Gempa	$\zeta$
1	0,20
2	0,19
3	0,18
4	0,17
5	0,16
6	0,15

Sumber: SNI 03-1726-2002

### 2.5.7. Arah Pembebanan Gempa

Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002), bahwa dalam perencanaan struktur gedung arah pembebanan gempa harus ditentukan sedemikian rupa agar memberikan pengaruh terhadap struktur gedung secara keseluruhan. Pengaruh pembebanan gempa harus dianggap efektif 100% pada arah sumbu utama dan terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa arah tegak lurus sumbu utama pembebanan tadi, tetapi dengan efektifitas hanya 30%.

### 2.5.8. Beban Gempa Nominal Statik Ekuivalen

Struktur gedung beraturan dapat direncanakan terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam arah masing-masing sumbu utama denah struktur tersebut, berupa beban gempa nominal statik ekuivalen.

Apabila kategori gedung memiliki Faktor Keutamaan I menurut Tabel 2.1 dan strukturnya untuk suatu arah sumbu utama denah struktur dan sekaligus arah pembebanan gempa rencana memiliki faktor reduksi gempa R dan waktu getar alami fundamental T<sub>1</sub>, maka beban geser dasar nominal statik ekuivalen V yang terjadi di tingkat dasar dapat dihitung menurut Persamaan 2.8.

$$V = \frac{C_1 I}{R} W_t \quad (2.8)$$

dengan C<sub>1</sub> adalah nilai Faktor Respons Gempa yang didapat dari Spektrum Respons Gempa Rencana menurut Gambar 2.2 untuk waktu getar alami fundamental T<sub>1</sub>, sedangkan W<sub>t</sub> adalah berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.

Beban geser dasar nominal V menurut Persamaan 2.8 harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen F<sub>i</sub> yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat ke-i menurut Persamaan 2.9.

$$F_i = \frac{W_j \cdot Z_j}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot Z_i} V \quad (2.9)$$

dengan:

Wi = berat lantai tingkat ke-i, termasuk beban hidup yang sesuai.

Zi = ketinggian lantai tingkat ke-i diukur dari taraf penjepitan lateral.

n = nomor lantai tingkat paling atas.

## 2.6. Kinerja Struktur

### 2.6.1. Kinerja Batas Layan

Kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar-tingkat akibat pengaruh gempa rencana, yaitu untuk membatasi terjadinya pelepasan baja dan peretakan beton yang berlebihan, di samping untuk mencegah kerusakan nonstruktur dan ketidaknyamanan penghuni. Simpangan antar-tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung tersebut akibat pengaruh gempa nominal yang telah dibagi faktor skala.

Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar-tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui  $\frac{0,03}{R}$  kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm, bergantung yang mana yang nilainya terkecil.

### 2.6.2. Kinerja Batas Ultimit

Kinerja batas ultimit struktur gedung ditentukan oleh simpangan dan simpangan antar-tingkat maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana dalam kondisi struktur gedung di ambang keruntuhan, yaitu untuk membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa manusia dan untuk mencegah benturan berbahaya antar gedung atau antar bagian struktur gedung yang dipisah dengan sela pemisah (*sela delatasi*). Simpangan dan simpangan antar tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung akibat pembebanan gempa nominal, dikalikan dengan suatu faktor pengali  $\xi$  sebagai berikut :

- a. Untuk struktur gedung beraturan :

$$\xi = 0,7 R \quad (2.10)$$

- b. Untuk struktur gedung tidak beraturan :

$$\xi = \frac{0,7 R}{FaktorSkal a} \quad (2.11)$$

dengan R adalah faktor reduksi gempa struktur gedung tersebut.

Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas ultimit struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui 0,02 kali tinggi tingkat yang bersangkutan.

## 2.7. Kekuatan Momen Nominal Tanpa dan Dengan Dinding Geser

Kapasitas balok-kolom tanpa dan dengan pemasangan dinding geser dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

- a. Momen

Dengan menggunakan hasil analisis program ETABS v9.0.0 dapat diketahui nilai momen maksimum pada frame tertentu. Serta nilai gaya-gaya dalamnya. Selanjutnya nilai-nilai tersebut digunakan untuk perhitungan momen nominal tanpa dan dengan pemasangan dinding geser.

$$F_l = f_y - f_r \quad (2.12)$$

$$M_r = (f_y - f_r) \times S_x \quad (2.13)$$

$$M_p = f_y \times Z_x \quad (2.14)$$

$$M_n = C_b \times \left( M_p - (M_p - M_r) \times \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \leq M_p \quad (2.15)$$

$$C_b = 1,75 + 1,05 \times \left( \frac{M_1}{M_2} \right) + 0,3 \times \left( \frac{M_1}{M_2} \right)^2 \leq 2,3 \quad (2.16)$$

$$C_b = \frac{1}{0,6 - 0,4 \times \left( \frac{M_1}{M_2} \right)} \leq 2,5 \quad (2.17)$$

$$C_b = \frac{12,5M_{\max}}{2,5M_{\max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \quad (2.18)$$

$$\phi M_n = 0,9 \times M_n \quad (2.19)$$

Kontrol :

$$\frac{M_u}{\phi M_n} \leq 1 \quad (2.20)$$

Keterangan :

$F_1$  = kondisi awal baja mengalami leleh.

$f_y$  = tegangan leleh.

$f_r$  = reduksi tegangan tekan pada sayap (10 ksi *for rolled shape*).

$S_x$  = modulus penampang sumbu kuat pada keadaan elastis.

$Z_x$  = modulus penampang sumbu kuat pada keadaan plastis.

$C_b$  = koefisien momen berdasarkan gradien momen.

$M_1$  = momen yang terjadi pada ujung bentang dengan nilai yang lebih kecil.

$M_2$  = momen yang terjadi pada ujung bentang dengan nilai yang lebih besar.

$M_A$  = momen pada seperempat bentang.

$M_B$  = momen pada tengah bentang.

$M_C$  = momen pada tigaperempat bentang.

$M_r$  = batasan desain untuk momen *buckling*.

$M_p$  = momen pada saat plastis.

$M_u$  = momen lentur terfaktor.

$M_n$  = momen nominal lentur penampang.

b. Aksial

Dengan menggunakan hasil analisis program ETABS v9.0.0 dapat diketahui nilai aksial maksimum pada frame tertentu. Serta nilai gaya-gaya dalamnya. Selanjutnya nilai-nilai tersebut digunakan untuk perhitungan aksial nominal tanpa dan dengan pemasangan dinding geser.

$$GA = \frac{\sum \left( \frac{I_g}{L_g} \right)}{\sum \left( \frac{I_c}{L_c} \right)} \quad (2.21)$$

$$GB = 1 \text{ (tumpuan jepit)} \quad (2.22)$$

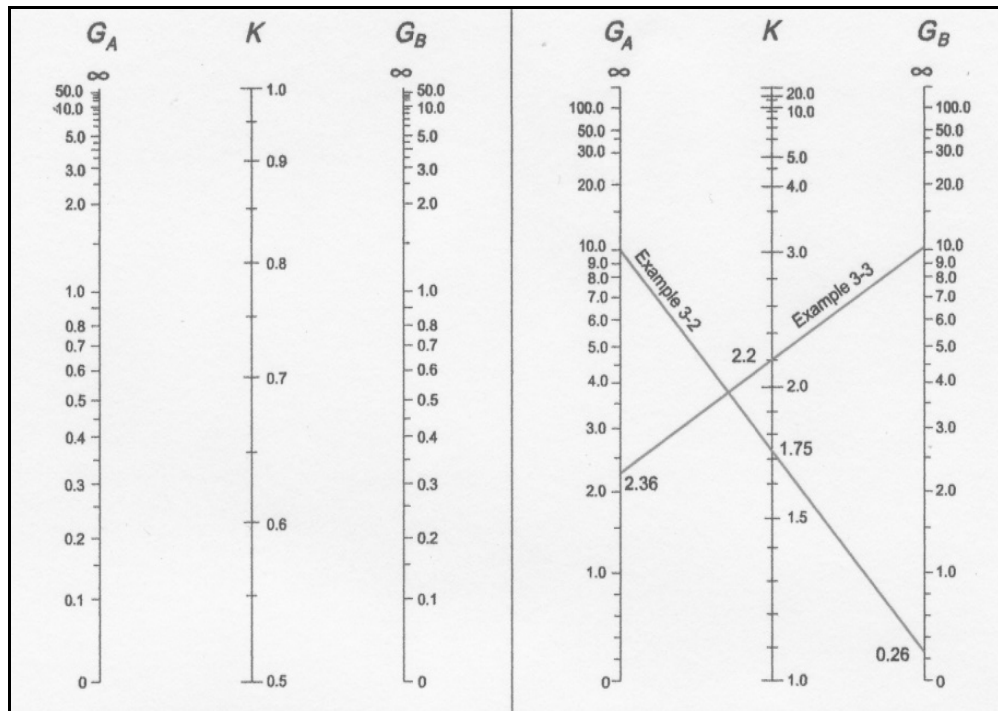
$$\lambda_c = \frac{K \cdot Lx}{r_y} \times \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 \cdot E}} \quad (2.23)$$

$$F_{cr} = \frac{f_y}{w} \quad (2.24)$$

$$P_n = A_g \times F_{cr} \quad (2.25)$$

Nilai faktor panjang tekuk dapat ditentukan menggunakan :





(a)

(b)

Sumber: AISC-LRFD

Gambar 2.3. Nilai  $k$  untuk kolom dengan ujung-ujung ideal (a) nilai  $k$  untuk *braced frames*, dan (b) nilai  $k$  untuk *unbraced frames*.

Keterangan :

$P_n$  = kekuatan nominal kolom.

$A_g$  = luas penampang kotor profil.

$F_{cr}$  = tegangan kritis.

$K$  = faktor panjang efektif.

$I$  = momen inersia.

$L$  = panjang kolom.

$r$  = radius girasi.

$F_y$  = tegangan leleh.

$E$  = modulus elastisitas.

c. Persamaan Interaksi Aksial-Momen

Dalam segala hal, salah satu dari dua persamaan interaksi aksial-momen berikut harus dipenuhi oleh setiap komponen struktur prismatis ganda dan simetris tunggal.

$$\frac{P_u}{\phi P_n} \geq 0.2 \Rightarrow \frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{8}{9} \left[ \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right] \leq 1.0 \quad (2.26)$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} < 0.2 \Rightarrow \frac{P_u}{2\phi P_n} + \left[ \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right] \leq 1.0 \quad (2.27)$$

Keterangan :

$P_u$  = gaya aksial terfaktor.

$P_n$  = gaya nominal penampang.

$M_u$  = momen lentur terfaktor.

$M_n$  = momen nominal lentur penampang.

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metode penelitian ini menggunakan metode analisis perancangan yang difokuskan untuk mengetahui perubahan nilai simpangan horisontal dan perubahan kapasitas elemen balok-kolom tanpa dan dengan pemasangan dinding geser pada kasus struktur baja dalam portal tiga dimensi. Analisis didasarkan pada Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung menurut SNI 03-1729-2002, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung menurut SNI 03-1726-2002 dan AISC-LRFD.

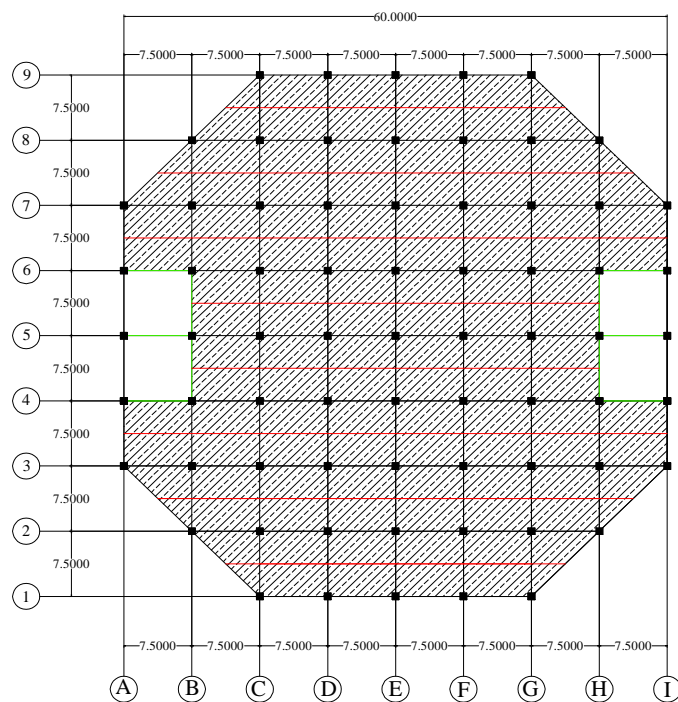
Metode penelitian ini dapat dibagi dalam tiga tahap yaitu input, analisis dan output. Yang termasuk dalam tahap input antara lain penentuan geometri struktur, penentuan jenis beban dan pemodelan struktur 3 dimensi. Sedangkan tahap analisis antara lain analisis struktur 3 dimensi dengan ETABS v9.0.0 untuk mengetahui besarnya *story displacement* pada tiap lantai gedung tanpa dan dengan pemasangan dinding geser, analisis kapasitas portal baja tanpa dan dengan pemasangan dinding geser. Tahap yang terakhir yaitu tahap output yang didalamnya membahas tentang perubahan besarnya

*story displacement* pada tiap lantai gedung dan perubahan kapasitas portal baja tanpa dan dengan pemasangan dinding geser.

### 3.1. Model Struktur

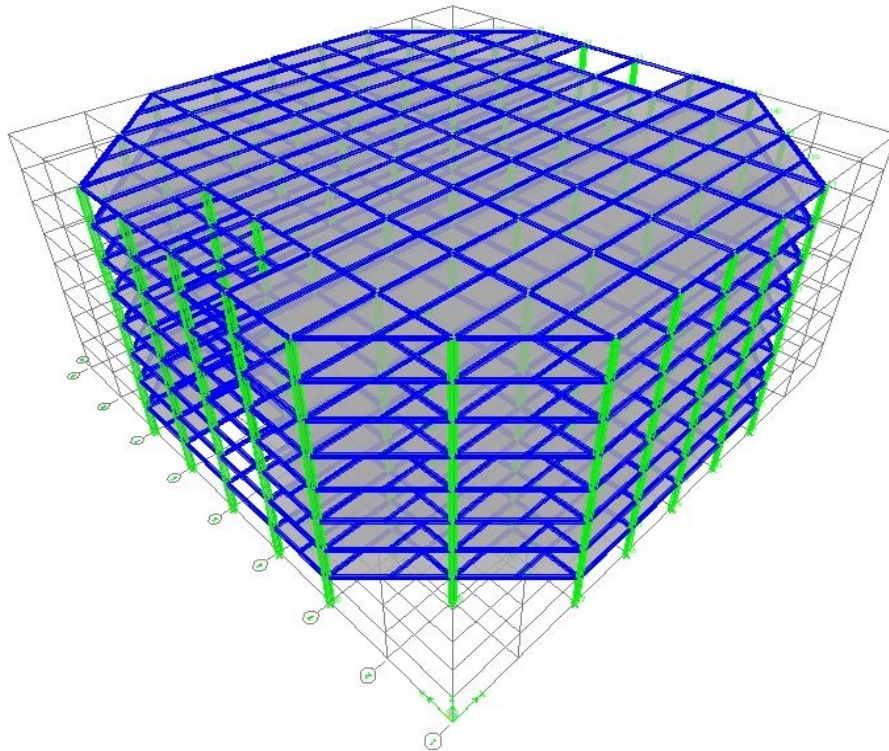
#### 3.1.1. Model Struktur Tanpa Pemasangan Dinding Geser

Model gedung yang akan dianalisis berupa gedung berbentuk segi 8 dengan 8 lantai + 1 lantai atap. Ukuran denah 60 m x 60 m. Tinggi antar lantai 4 m. Fungsi gedung digunakan sebagai pusat perdagangan. Denah gedung selengkapnya seperti dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Denah struktur tanpa pemasangan dinding geser.

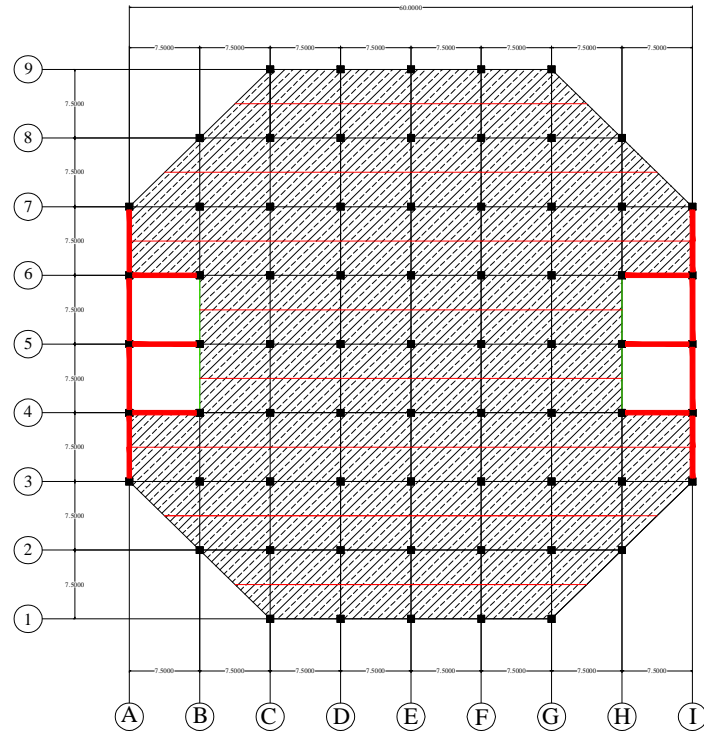
Sedangkan model 3 dimensi dari bangunan tanpa pemasangan dinding geser dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Model 3 dimensi struktur tanpa pemasangan dinding geser.

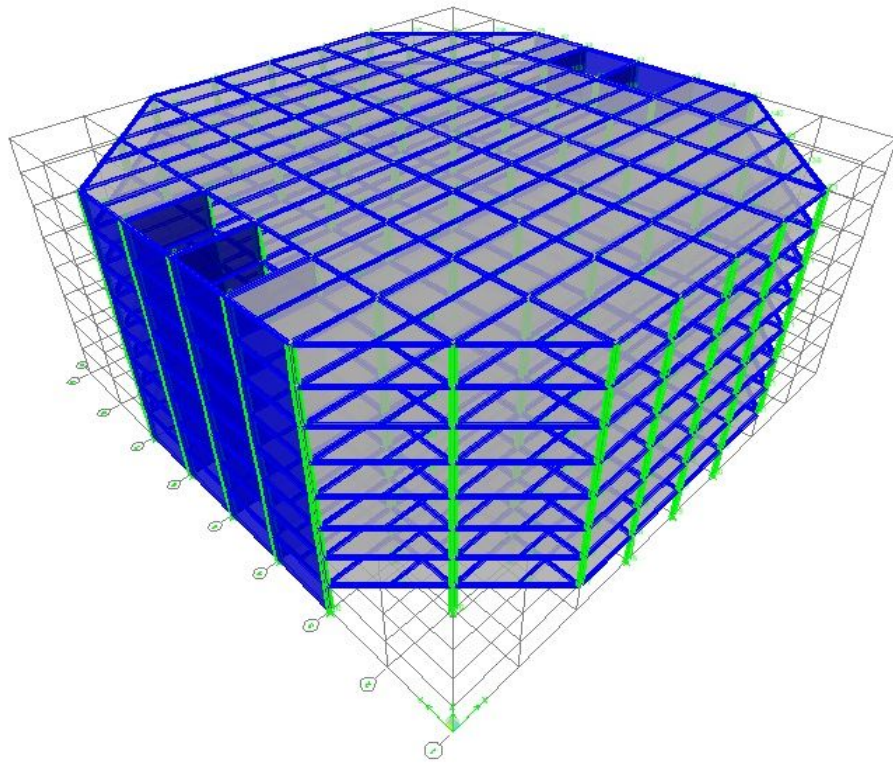
### 3.1.2. Model Struktur Dengan Pemasangan Dinding Geser

Struktur dengan pemasangan dinding geser yang akan dianalisis memiliki ukuran yang sama dengan struktur tanpa pemasangan dinding geser. Perbedaan keduanya hanya pada penggunaan dinding geser. Denah bangunan dengan pemasangan dinding geser selengkapnya seperti dalam Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Denah struktur dengan pemasangan dinding geser.

Pada Gambar 3.3 dapat dilihat bagaimana perletakan dinding geser yang digunakan. Dinding geser yang dipakai bersifat menerus yaitu dari lantai dasar sampai dengan lantai 8. Perletakan dinding geser selengkapnya dapat dilihat pada model 3 dimensi seperti dalam Gambar 3.4.



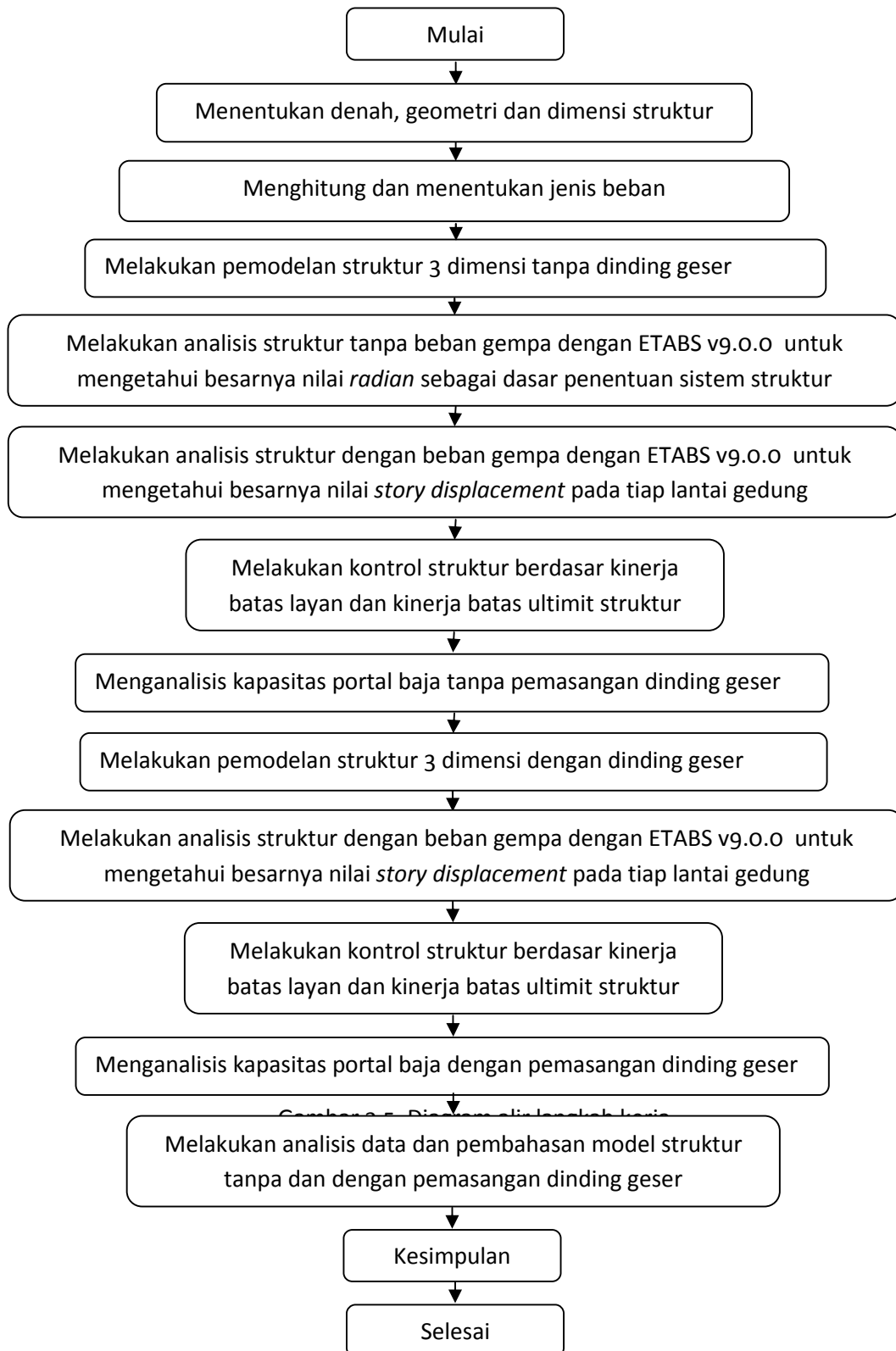
Gambar 3.4. Model 3 dimensi struktur dengan pemasangan dinding geser.

### 3.2. Tahapan Penelitian

Untuk mewujudkan uraian diatas maka langkah analisis yang hendak dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan denah struktur, geometri struktur, dan dimensi struktur.
- b. Menghitung, dan menentukan jenis beban antara lain beban mati, beban hidup, beban gempa dan beban angin.
- c. Melakukan pemodelan struktur 3 dimensi tanpa dinding geser.
- d. Melakukan analisis struktur terhadap model struktur tanpa beban gempa dengan bantuan software ETABS v9.0.0 untuk mengetahui besarnya nilai *radian* sebagai dasar penentuan sistem struktur yang akan digunakan.
- e. Melakukan analisis struktur terhadap model struktur dengan beban gempa dengan bantuan software ETABS v9.0.0 untuk mengetahui besarnya nilai *story displacement* pada tiap-tiap lantai gedung.
- f. Melakukan kontrol struktur terhadap model struktur untuk mengetahui apakah struktur aman atau tidak berdasar kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit struktur.
- g. Menganalisis kapasitas portal baja tanpa pemasangan dinding geser.
- h. Melakukan pemodelan struktur 3 dimensi dengan dinding geser.
- i. Melakukan analisis struktur terhadap model struktur dengan dinding geser dengan bantuan software ETABS v9.0.0 untuk mengetahui besarnya nilai *story displacement* pada tiap-tiap lantai gedung.
- j. Melakukan kontrol struktur terhadap model struktur untuk mengetahui apakah struktur aman atau tidak berdasar kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit struktur.
- k. Menganalisis kapasitas portal baja dengan pemasangan dinding geser.
- l. Melakukan analisis data dan pembahasan model struktur tanpa dan dengan pemasangan dinding geser untuk mendapatkan hubungan antara variabel - variabel yang diteliti dalam penelitian ini.
- m. Mengambil kesimpulan. Pada tahap ini, dengan berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dibuat suatu kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian. Tahapan penelitian selengkapny dapat dilihat pada diagram alir langkah kerja Gambar 3.5.







## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis yang diperoleh dari program ETABS v9.0.0 antara lain aksial, momen dan simpangan horisontal struktur. Hasil analisis tersebut digunakan dalam perancangan struktur serta untuk menarik kesimpulan tentang perubahan simpangan horisontal dan perubahan kapasitas elemen balok-kolom tanpa dan dengan pemasangan dinding geser pada kasus struktur baja dalam portal tiga dimensi.

#### 4.1. Hasil Analisis

##### 4.1.1. Hasil Analisis Model Struktur Tanpa Pemasangan Dinding Geser

###### a. Kapasitas Balok-Kolom

Salah satu hasil analisis yang diperoleh dari program ETABS v9.0.0 adalah aksial dan momen yang selanjutnya digunakan untuk menganalisis besarnya kapasitas balok-kolom. Tabel 4.1 menunjukkan nilai aksial dan momen struktur tanpa pemasangan dinding geser.

Tabel 4.1. Nilai aksial dan momen struktur tanpa pemasangan dinding geser.

Jenis Struktur		Aksial		Momen x		Momen y	
		Pu (kip)	$\Phi P_n$ (kip)	Mux (kip.ft)	$\Phi_b M_{nx}$ (kip.ft)	Muy (kip.ft)	$\Phi_b M_{ny}$ (kip.ft)
Tanpa Dinding geser	Balok	$2,27 \times 10^{-13}$	175,41	172,61	261,36	0	0
	Kolom	926,75	955,18	0	0	5,05	283,49

b. Simpangan Horisontal Struktur

Salah satu hasil analisis yang diperoleh dari program ETABS v9.0.0 adalah simpangan horisontal struktur. Tabel 4.2 menunjukkan simpangan horisontal struktur maksimum tanpa pemasangan dinding geser.

Tabel 4.2. Simpangan horisontal struktur tanpa pemasangan dinding geser.

Lantai	Simpangan	
	Arah x (m)	Arah y (m)
9 (atap)	0,12860	0,07669
8	0,12159	0,07385
7	0,11027	0,06801
6	0,09423	0,05927
5	0,07408	0,04806
4	0,05191	0,03579
3	0,02933	0,02245
2	0,00971	0,00910
1	0,00000	0,00000

**4.1.2. Hasil Analisis Model Struktur Dengan Pemasangan Dinding Geser**

a. Kapasitas Balok-Kolom

Salah satu hasil analisis yang diperoleh dari program ETABS v9.0.0 adalah aksial dan momen yang selanjutnya digunakan untuk menganalisis kapasitas balok-kolom. Tabel 4.3 menunjukkan nilai aksial dan momen struktur dengan pemasangan dinding geser.

Tabel 4.3. Nilai aksial dan momen struktur dengan pemasangan dinding geser.

Jenis Struktur		Aksial		Momen x		Momen y	
		Pu (kip)	$\Phi P_n$ (kip)	Mux (kip.ft)	$\Phi_b M_{nx}$ (kip.ft)	Muy (kip.ft)	$\Phi_b M_{ny}$ (kip.ft)
Dengan Dinding geser	Balok	$2,56 \times 10^{-26}$	204,51	140,25	261,36	0	0
	Kolom	926,78	955,18	0	0	5,05	283,49

b. Simpangan Horizontal Struktur

Salah satu hasil analisis yang diperoleh dari program ETABS v9.0.0 adalah simpangan horizontal struktur. Tabel 4.4 menunjukkan simpangan horizontal struktur maksimum dengan pemasangan dinding geser.

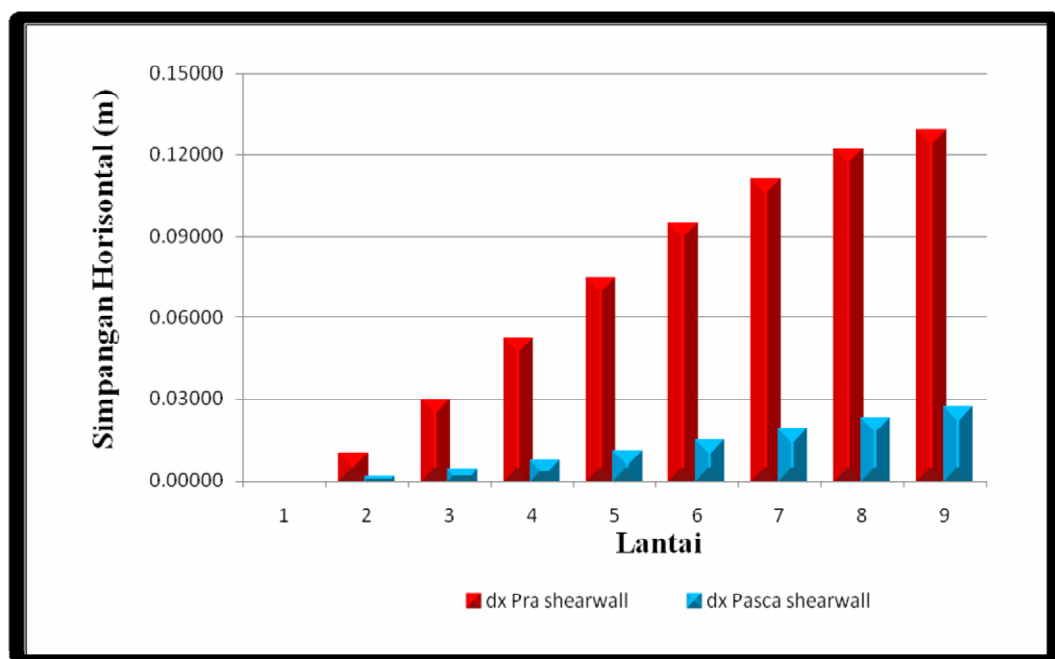
Tabel 4.4. Simpangan horizontal struktur dengan pemasangan dinding geser.

Lantai	Simpangan	
	Arah x (m)	Arah y (m)
9 (atap)	0,02647	0,00248
8	0,02257	0,00224
7	0,01853	0,00195
6	0,01445	0,00163
5	0,01049	0,00128
4	0,00682	0,00092
3	0,00367	0,00057
2	0,00129	0,00025
1	0,00000	0,00000

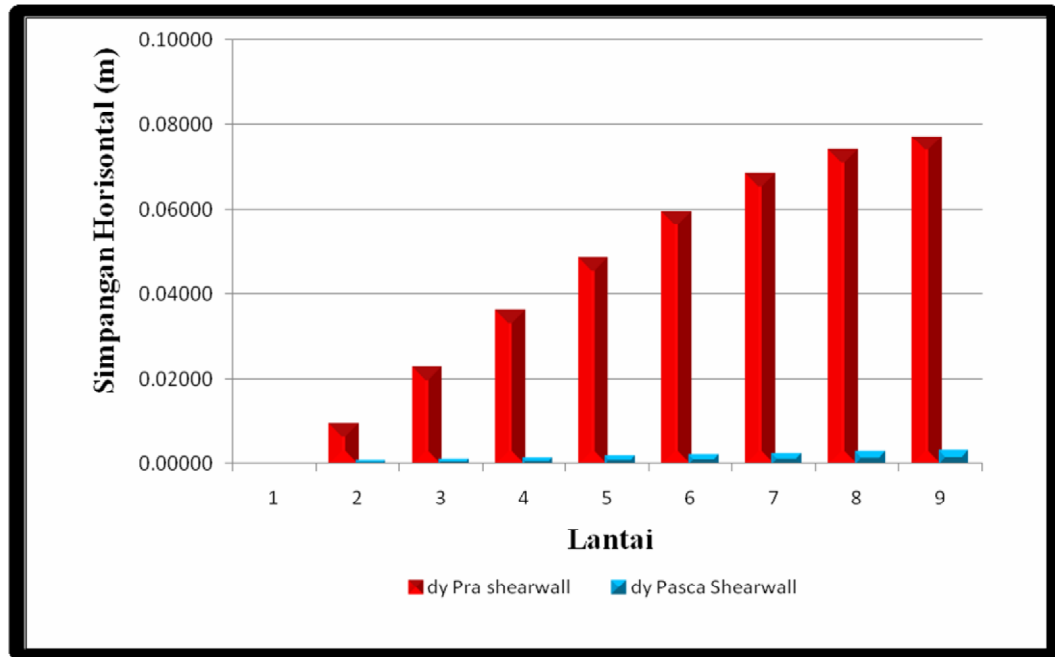
## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. Simpangan Horizontal

Penambahan atau pemasangan dinding geser memberikan dampak positif pada kekakuan struktur portal baja. Kekakuan struktur ini memberikan pengaruh yang cukup baik pada pengurangan nilai simpangan horizontal. Hasil analisis program ETABS v9.0.0 menunjukkan adanya perubahan nilai simpangan horizontal struktur tanpa dan dengan pemasangan dinding geser. Perubahan nilai simpangan horizontal dapat dilihat pada Grafik 4.1 dan Grafik 4.2.



Grafik 4.1. Perubahan nilai simpangan horizontal arah x tanpa dan dengan pemasangan dinding geser.



Grafik 4.2. Perubahan nilai simpangan horisontal arah y tanpa dan dengan pemasangan dinding geser.

Persentase perubahan simpangan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\% \text{ perubahan simpangan horisontal struktur} = \frac{d_{\text{pra\_shearwall}} - d_{\text{pasca\_shearwall}}}{d_{\text{pra\_shearwall}}} \times 100\%$$

dengan d adalah simpangan horisontal.

Persentase perubahan nilai simpangan horisontal struktur selanjutnya disajikan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Perbandingan nilai simpangan tanpa dan dengan pemasangan dinding geser.

Lantai	Tanpa dinding geser		Dengan dinding geser		Perubahan simpangan tanpa dan dengan pemasangan dinding geser (%)	
	$d_x$ (m)	$d_y$ (m)	$d_x$ (m)	$d_y$ (m)		
					Arah x	Arah y
9 (atap)	0,12860	0,07669	0,02647	0,00248	79,41540	96,76767
8	0,12159	0,07385	0,02257	0,00224	81,43515	96,96937
7	0,11027	0,06801	0,01853	0,00195	83,19700	97,13126
6	0,09423	0,05927	0,01445	0,00163	84,66355	97,25817
5	0,07408	0,04806	0,01049	0,00128	85,84562	97,34723
4	0,05191	0,03579	0,00682	0,00092	86,85970	97,44084
3	0,02933	0,02245	0,00367	0,00057	87,48125	97,47382
2	0,00971	0,00910	0,00129	0,00025	86,76486	97,26494
1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Dengan pemasangan dinding geser diperoleh perubahan nilai simpangan seperti pada Tabel 4.5. Penurunan nilai simpangan antar lantai arah x berkisar antara 79,41540% - 87,48125% dan arah y berkisar antara 96,76767% - 97,26494%. Penurunan nilai simpangan horisontal struktur ini menunjukkan bahwa pemasangan dinding geser memberikan tambahan kekakuan struktur sehingga struktur menjadi lebih kuat.



#### 4.2.2. Kapasitas Balok dan Kolom

Hasil analisis program ETABS v9.0.0 menunjukkan nilai kapasitas balok-kolom struktur tanpa dan dengan pemasangan dinding geser. Perbandingan antara struktur tanpa dan dengan pemasangan dinding geser dapat dilihat pada tabel Tabel 4.6 dan Tabel 4.7. Sedangkan untuk angka keamanan tanpa dan dengan pemasangan dinding geser dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.6. Nilai aksial dan momen struktur tanpa dan dengan pemasangan dinding geser.

Jenis Struktur		Aksial		Momen x		Momen y	
		Pu (kip)	$\Phi P_n$ (kip)	Mux (kip.ft)	$\Phi_b M_{nx}$ (kip.ft)	Muy (kip.ft)	$\Phi_b M_{ny}$ (kip.ft)
Tanpa Dinding geser	Balok	$2,27 \times 10^{-13}$	175,41	172,61	261,36	0	0
	Kolom	926,75	955,18	0	0	5,05	283,49
Dengan Dinding geser	Balok	$2,56 \times 10^{-26}$	204,51	140,25	261,36	0	0
	Kolom	926,78	955,18	0	0	5,05	283,49

Tabel 4.7. Perbandingan interaksi aksial-momen struktur tanpa dan dengan pemasangan dinding geser.

Jenis Struktur		$\frac{P_u}{\Phi P_n}$	$\frac{M_{ux}}{\Phi_b M_{nx}}$	$\frac{M_{uy}}{\Phi_b M_{ny}}$	Interaksi Aksial - Momen	Status
Tanpa Dinding geser	Balok	$1,29 \times 10^{-15}$	0,6604	0	0,6604	Memenuhi
	Kolom	0,9702	0	0,0178	0,9860	Memenuhi
Dengan Dinding geser	Balok	$1,25 \times 10^{-28}$	0,5366	0	0,5366	Memenuhi
	Kolom	0,9702	0	0,0178	0,9860	Memenuhi

Tabel 4.8. Perbandingan angka keamanan struktur tanpa dan dengan pemasangan dinding geser.

Jenis Struktur		$\frac{\Phi P_n}{P_u}$	$\frac{\Phi_b M_{nx}}{M_{ux}}$	$\frac{\Phi_b M_{ny}}{M_{uy}}$
Tanpa Dinding geser	Balok	-	1,5142	-
	Kolom	1,0306	-	56,1366
Dengan Dinding geser	Balok	-	1,8635	-
	Kolom	1,0306	-	56,1366

Berdasarkan pembahasan diatas menunjukan bahwa pemasangan dinding geser mampu mereduksi beban-beban yang ada dengan merubah nilai momen perlu menjadi lebih kecil, tetapi nilai kapasitas balok-kolom cenderung tetap. Hal ini membuat angka keamanannya meningkat. Pemasangan dinding geser juga mampu menurunkan nilai simpangan horisontal. Hal ini menunjukkan bahwa aksi sistem pemasangan dinding geser memberikan tambahan kekakuan struktur, sehingga struktur menjadi lebih kuat.

Disisi lain berdasarkan pembahasan diatas menunjukan bahwa ada perbedaan angka keamanan yang signifikan yaitu antara angka keamanan pada momen x dan momen y, dimana angka keamanan momen y menunjukan angka keamanan yang terlampau besar. Hal ini menunjukan adanya ketidakseimbangan pada dimensi profil sumbu kuat dan lemahnya.

## **BAB 5**

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai pengaruh pemasangan dinding geser pada struktur gedung konstruksi baja yang diberi beban vertikal (beban mati dan beban hidup) dan beban horisontal (beban angin dan beban gempa), maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Pemasangan dinding geser pada struktur gedung tingkat tinggi dengan bentuk struktur seperti yang telah dibahas dapat meningkatkan kekakuan struktur.
- b. Sebagai akibat bertambahnya kekakuan struktur, maka pemasangan dinding geser mampu mengurangi nilai simpangan horisontal. Penurunan nilai simpangan antar lantai pada arah x berkisar antara 79,41540% - 87,48125% dan pada arah y berkisar antara 96,76767% - 97,26494%.
- c. Ditinjau berdasarkan kapasitas balok-kolom, maka pemasangan dinding geser tidak mampu menaikkan kapasitas balok-kolom, tetapi mampu mereduksi beban-beban yang ada dengan merubah nilai momen perlu menjadi lebih kecil. Hal ini membuat angka keamanannya meningkat seperti yang telah dibahas.

### **5.2. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang perlu dikembangkan dalam penelitian ini adalah :

- a. Perlu dilakukan perancangan dengan kegunaan gedung yang berbeda.
- b. Perlu dilakukan variasi terhadap perletakan dinding geser.
- c. Perlu dilakukan perancangan dengan analisis pada kapasitas dinding gesernya.
- d. Pemilihan profil berdasarkan pra desain hendaknya disesuaikan dengan denah gedung yang direncanakan (dalam hal ini arah sumbu kuat dan sumbu lemahnya) agar gaya-gaya dalam yang muncul sesuai dengan arah sumbu kuat dan lemah gedung yang direncanakan.

